

Controlador de Aplicação de Fertilizante à Taxa Variada para Sensoriamento de Alta Resolução

Sensoriamento de alta resolução

Quem acompanhou as novas tecnologias antes da virada do milênio, ouviu falar muito em Agricultura de Precisão. Foram-nos apresentadas máquinas sofisticadas como sinônimo da modernidade no campo. Para muitos desavisados a Agricultura de Precisão era o advento da automação no campo, mas para quem pôde observar de perto, era uma nova maneira de enxergar o campo. Era a oportunidade de um produtor que já estava na liderança tecnológica poder fazer ainda melhor.

Exposições mostravam máquinas colhedoras que geravam mapas coloridos da produção. Onde se produzia mais em uma determinada área da propriedade era pintado de escuro e onde menos de claro. Dessa maneira era muito fácil para um produtor “enxergar o campo de uma nova perspectiva”. Percebia-se que áreas de alta produtividade tinham capacidade de bater recorde de produção. As de baixa produtividade teriam de estudar, mas o produtor tinha a convicção de que, sendo ele competente, poderia fazer melhor, pois historicamente ele sempre produziu em média mais que isso.

Essa abordagem intuitiva e simples seduziu muita gente. Animados, houve uma certa corrida para a obtenção de mapas de produção. Indústrias de software foram instigadas a auxiliar na interpretação desses mapas, surgindo uma nova aplicação na área de Sistemas de Informação Geográfica. Abriam-se muitas frentes de trabalho e oportunidade para novas idéias. Como o intuito era tratar áreas de alta (ou baixa) produtividade de forma diferenciada e em nenhuma propriedade havia informações detalhadas para que houvesse tal tratamento, as investigações foram iniciadas através de coleta de dados georeferenciados, ou seja, dado com a indicação das coordenadas geográficas de onde foi coletado.

No primeiro momento, como prática de estudo e investigação, coletou-se amostras de solo em grade quantidade, ou seja, algo como quatro a cinco amostras por hectare. Evidentemente isso era economicamente inviável ao produtor, mas forneceu dados para tentar compreender a variabilidade. Após a obtenção de uma quantidade de dados que até extrapolavam a capacidade de análise por métodos convencionais, percebeu-se que os mapas de produtividade, para a maioria dos casos, não repetiam em padrão. Áreas que produziam muito no ano anterior não repetiam o resultado para a safra seguinte. Nesses casos a recomendação era que se deveriam obter mapas de produção por cinco anos ou mais até decidir como tratar a área. Após cinco anos, se houvesse áreas mais estáveis, era possível um estudo que indicaria recomendações agrícolas. Hoje, já se passaram mais de

cinco anos nos EUA e na Europa e em casos especiais até dez anos.

O solo, por ter sido apontado como um dos principais agentes da variabilidade (fertilidade, capacidade hídrica, textura, matéria orgânica, compactação, umidade, etc.), foi muito investigado. Durante esse período surgiram equipamentos que possibilitam produzir mapas de condutividade elétrica do solo (CE) de forma simples e econômica. Na realidade dois equipamentos: EM38¹ e Veris². A CE é um valor que resulta de uma composição dos elementos do solo, assim como a produção que

é uma resultante da composição dos elementos que influenciam o crescimento da cultura. O



Foto Ricardo Y. Inamasu

Autores

Ricardo Y. Inamasu

Engenheiro Mecânico, Dr.
Embrapa Instrumentação
Agropecuária, C.P. 741,
CEP 13560-970,
São Carlos, SP
ricardo@cnpdia.embrapa.br

Dennis Francis

Pesquisador da
SWCRU-ARS-USDA,
Lincoln Nebraska, USA

John Shanahan

Pesquisador da
SWCRU-ARS-USDA,
Lincoln Nebraska, USA

Ariovaldo Luchiari

Pesquisador da
Embrapa Labex EUA

Jim Schepers

Pesquisador Líder da
SWCRU-ARS-USDA,
Lincoln Nebraska, USA

mapa de CE, depois de processado com mapa de produção, mapa de elevação e/ou fotografia aérea, pode gerar mapa de zonas de manejo. Esse mapa é algo próximo a um mapa de “talhões”. Onde talhões com formas irregulares, quase orgânicas, tomam a área para que a cultura em cada sub-área seja gerenciada como se fosse “uniforme”. Isso reduziu o número de amostras e facilitou análises, descartando definitivamente a amostragem por “grid” em sistema de produção. Esse talvez seja o maior trunfo até hoje conseguido, apesar do grande número de trabalhos já gerados sob o tema da Agricultura de Precisão.

Os produtores ainda aguardam por uma ferramenta realmente praticável e que produza um resultado econômico que justifique o investimento requerido. A tendência é que, depois de verificados erros grosseiros de manejo, como sistema de irrigação mal instalado ou correção de solo mal realizada, e eliminada a sua causa, a variabilidade torne-se cada vez mais sofisticada, podendo esta ser gerada por uma composição de um número inadmissível de componentes. Mesmo em sistemas comportados, começa a se observar uma influência mais predominante da variabilidade temporal. Nesse caso a qualidade do tratamento de insumos à taxa variada de acordo com zonas de manejo torna-se refém de um sistema de previsão climática, como ocorre em sistemas produtivos convencionais.

Entretanto, isso não significa investimento perdido e sim novos desafios. É importante ressaltar que agricultores que adotaram a prática e chegaram a essa etapa acreditam que têm obtido retorno por possuírem produtos com potencial de rastreabilidade através da consulta aos registros georeferenciados e detalhados dos tratamentos e das aplicações. A figura 1 apresenta um diagrama tradicional da agricultura de precisão que ilustrou a idéia no auge da divulgação da tecnologia. O primeiro bloco ilustra a primeira atividade que se refere à aquisição de dados. Aquisição de dados é a coleta de dados de campo como mapa de colheita, mapa de solo, mapa de CE do solo e fotografias aéreas entre outros registros que são inseridos em forma de mapa (dados georeferenciados). Para essa atividade, o receptor GPS (Sistema de Posicionamento Geográfico) é utilizado para inserir o valor da latitude e longitude junto ao dado adquirido. No caso de fotografia aérea, referências como painel branco são posicionados em lugares estratégicos para que durante a sua análise, latitudes e longitudes possam ser recuperados. Após a coleta, esses dados são inseridos no computador e analisados para gerar um mapa de recomendação. O mapa de recomendação então é transferido no computador de bordo do aplicador de insumos. Utilizando-se GPS novamente obtém-se a latitude e longitude. Lê-se no mapa o valor recomendado para essa coordenada e controla-se a taxa a ser aplicada.

Essa operação pode ser feita manualmente. Hoje há exemplo de aplicação do conceito sem fazer uso de equipamentos eletrônicos, como produção de chá na Malásia, com retorno econômico e descartando definitivamente a idéia de que a Agricultura de Precisão é uma tecnologia que requer equipamentos de alto custo. Portanto, pode-se entender que as etapas em termos conceituais ainda permanecem atuais, apesar das ferramentas serem outras.

O sensoriamento remoto é a análise das condições geológicas e climáticas da Terra mediante a utilização de satélites. O uso do sensoriamento foi iniciado para a prática de Agricultura de Precisão, porém apresentam algumas limitações. As imagens que podem ser obtidas com custo razoável para um produtor agrícola possuem resolução superior a 10 metros. Nessa resolução, não é possível identificar claramente o solo, planta invasora e a cobertura efetiva da cultura. Um outro problema e talvez a principal, é o momento da imagem. Não é possível escolher com precisão a data da imagem, pois o céu pode estar nublado no momento da passagem do satélite.

Aeroplanos possuem menos limitações e podem apresentar melhores imagens com resolução próxima de um metro. As nuvens não cobrem as imagens, porém, alteram a cor através da sombra. Também é necessária a correção posterior para ajustar deformação causada pela lente.

O sensoriamento dito de alta resolução utiliza os conceitos do sensoriamento por satélite, porém utilizam sensores de baixo custo instalados em máquinas agrícolas. A limitação aparente do sensoriamento de alta resolução é a necessidade de se entrar com uma máquina agrícola na cultura, porém a grande vantagem é, se instalado em uma máquina de aplicação de insumo, a fase da análise num escritório seria eliminada. O melhor exemplo comercial são os sensores WeedSeeker da NTech (<http://www.ntechindustries.com/>). O sistema é instalado em aplicador de herbicida. O sensor detecta a planta através da cor e aplica o herbicida exatamente sobre o alvo. Não possui capacidade de discernimento de tipo de planta, portanto não pode ser utilizado para uma aplicação seletiva. Poderiam ser citados outros equipamentos que utilizam o sensoriamento de alta resolução, porém a eficiência não está completamente comprovada. Pesquisas ainda estão sendo realizadas principalmente em aplicações de fertilizantes.

A Embrapa junto com a USDA/ARS implementou um controlador de aplicação de fertilizantes utilizando equipamentos orientados à automação industrial para possibilitar experimentos de aplicação à taxa varia para viabilizar estudos com protótipos de sensores destinados ao sensoriamento de alta resolução. A figura 2 ilustra o sistema implementado em forma de diagrama.



Figura 1: Diagrama em blocos das atividades de Agricultura de Precisão.

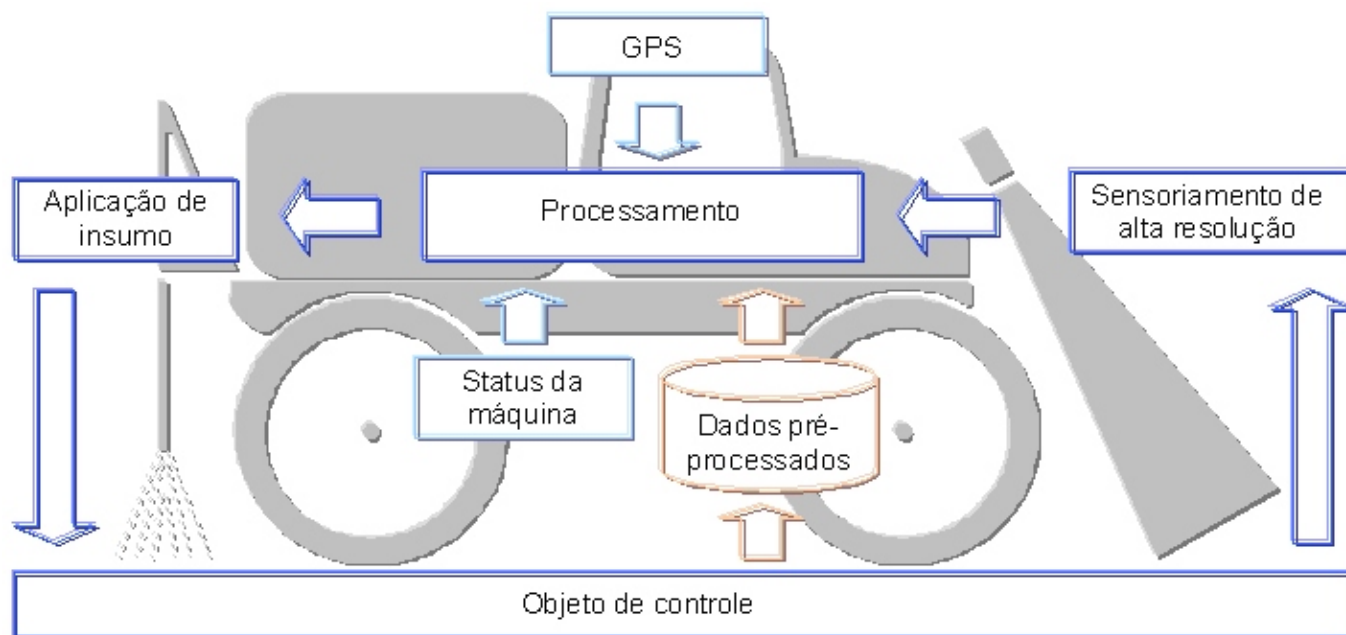


Figura 2: Diagrama simplificado para controle em tempo real de aplicação de insumo líquido

O sistema implementado utilizou entre outros elementos um computador portátil como o controlador. A figura 3 ilustra o computador portátil e uma barra com módulos FieldPoint da National Instruments conectada ao sistema num aplicador SpraCoupe da AGCO. É um sistema experimental, porém mostrou-se versátil e flexível, permitindo adaptação e implementação de variadas estratégias e algoritmos de controle.



Figura 3: Fotos dentro da cabine do Spra-Coupe mostrando o Notebook em ação (à esquerda) e o FieldPoint conectado (à direita).

Os requisitos alcançados por esse sistema foram:

- Compatibilidade: O sistema é compatível com o conjunto de controlador e sensores em uso, não sendo necessário substituir componentes já instalados;
- Reversibilidade: O sistema permite o retorno ao modo de operação original de forma simples e rápida, não comprometendo as operações agrônomicas em andamento em qualquer situação;
- Modularidade: O sistema é composto de módulos intercambiáveis tanto no ponto de vista de função como de equipamentos, facilitando adicionar, substituir e subtrair novos elementos e funcionalidades. O mesmo sistema foi testado em duas máquinas distintas (AGCO e JohnDeer);
- Manutenção: O sistema permitiu aplicar correções e novas estratégias de forma relativamente simples;
- Programação: A facilidade de programação é de uma certa forma consequência dos itens anteriores, porém destaca a intenção de não se depender de uma configuração rígida de hardware e de potencializar a possibilidade de configurar parâmetros e variáveis de controle através de software.
- Operabilidade: O sistema foi operado em campo, incluindo a instalação e desinstalação do sistema de controle. Não foi necessário deslocar o equipamento para uma oficina ou laboratório especializado.

Como as ações do sistema podem ser programadas, não se percebe limitação em relação à capacidade e flexibilidade para implementação de diferentes estratégias e algoritmos. Os sensores que são empregados nesses sistemas possuem uma taxa de aquisição de até dez informações por segundo. No caso do GPS obtém-se na taxa mais elevada um dado por segundo. É razoável, portanto que a atuação nas válvulas para alterar a taxa de insumo desejada seja executada na ordem de um

segundo. Isso significa que existe até um décimo de segundo para tomar as ações, isto é processar os dados e ativar as saídas, com precisão maior que dez por cento. De modo geral um décimo de segundo é um tempo mais que razoável para processar tais informações com os computadores atuais (Pentium três de 1.200Ghz), considerando que são sensores que fornecem dados de no máximo 32 bytes por décimo de segundo e não estão sendo consideradas técnicas que utilizam tratamento de imagens.

Para máquinas em movimento no campo o tempo relaciona-se com a distância, isto é o deslocamento realizado num determinado espaço de tempo. À velocidade de cruzeiro de 3.6 quilômetros por hora, que é próxima à velocidade de uma máquina agrícola em operação, representa um deslocamento de um metro em um segundo. Isso implica numa resolução de um metro para aplicação diferenciada de insumo que pode ser considerada razoável para a maioria das aplicações à taxa variada que dependam de GPS para a aplicação. Resoluções menores podem ser requeridas, como no caso do WeedSeeker que pode ser considerada uma aplicação relativamente específica que controla aplicação planta por planta, ou seja, uma resolução menor que a dimensão da planta. Nessa resolução é possível um tratamento diferenciado planta por planta em uma cultura como a de milho, soja e algodão. Porém, como em geral a variabilidade da cultura no estágio da tecnologia atual é detectada através de mapas de colheita e condutividade elétrica, e esta possui resolução na ordem de 3 metros, uma resolução na ordem de dois metros para aplicação de insumos parece razoável devido à compatibilidade da ordem de grandeza.

Comentários e Conclusões

As tecnologias e equipamentos de controle existentes atualmente, possibilitam construir equipamentos para atender aplicações à taxa variada que utilizam sensoriamento de alta resolução. O motivo principal pelo qual esses produtos não estão disponíveis comercialmente é a necessidade de maior pesquisa em relação à resposta da cultura. É ainda importante continuar a desenvolver correlação entre o valor lido pelo

sensor e a necessidade de insumo. Para que este trabalho seja consistente deve-se ainda levar em consideração parâmetros edafoclimáticos do local e também do genótipo da cultura para serem utilizados em outros locais como o Brasil. O estudo dessa correlação está em andamento. Por outro lado, é importante que seja estudado por metodologias empíricas o resultado do processo de aplicação de insumo utilizando o sensoriamento de diferentes modos e resoluções.

O sistema de controle utilizando equipamentos de automação industrial mostrou-se eficiente atendendo os requisitos necessários à pesquisa e aos parâmetros de eficiência da máquina. Desenvolvido o algoritmo, será possível transferir modelos do sistema de controle com os parâmetros agronômicos e da engenharia com detalhes obtidos do sistema.

Agradecimento

FAPESP pelo apoio e Embrapa Labex pela montagem do trabalho de parceria com ARS-USDA.

Referências Bibliográficas

BLACKMORE, S. Precision Farming: a dynamic process. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 6., 2002, Saint Paul, MN. Proceedings... Saint Paul: ASA, CSSA, SSSA, 2002. 1. CD-ROM.

SCHEPERS, J.S. New diagnostic tools for tissue testing. Commun. Soil Sci. Plant Anal. [S. l.], n.25, p.817-826, 1994.

SCHEPERS, J.S. ; BLACKMER, T.M. ; WIHLELM, W.W. ; RESENDE, M. Transmittance and reflectance measurements of corn leaves form plants differing in nitrogen and water supply. J. Plant Physiology, Stuttgart, n.148, p.523-529, 1996.

SCHEPERS, J.S. ; FRANCIS, D.D. ; VIGIL, M.F. ; BELOW, F.E. Comparison of corn leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings. Commun. Soil Sci. Plant Anal. [S. l.], n.23, p.2173-2187, 1992.

Circular Técnica, 21

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação Agropecuária
Rua XV de Novembro, 1542 - Caixa Postal 741
CEP 13560-970 - São Carlos-SP
Fone: 16 3374 2477
Fax: 16 3372 5958
E-mail: sac@cnpdia.embrapa.br
www.cnpdia.embrapa.br

1a. edição

1a. impressão 2003: tiragem 300

Comitê de Publicações

Presidente: Dr. Luiz Henrique Capparelli Mattoso
Secretária Executiva: Janis Aparecida Baldovinotti
Membros: Dr. Odílio Benedito Garrido de Assis,
Dr. João de Mendonça Naime,
Dr. Rubens Bernardes Filho,
Dr. Washington Luiz de Barros Melo
Membro Suplente: Débora Marcondes B. P. Milori

Expediente

Supervisor editorial: Dr. Odílio B. Garrido de Assis
Revisão de texto: Janis Aparecida Baldovinotti
Tratamento das ilustrações: Valentim Monzane
Editoração eletrônica: Valentim Monzane